

Rec'd PCT/PTG 10 SEP 2004

10/50720 SEP 2003

WIPO PCT



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

**. Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 59 173.3

Anmeldetag: 18. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Schaltungsanordnung und Verfahren zum Betreiben
eines Elektromotors an einem Gleichspannungsnetz

IPC: H 02 P 6/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Remus

02.12.02 Rs/rs

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

Schaltungsanordnung und Verfahren zum Betreiben eines
Elektromotors an einem Gleichspannungsnetz

Die Erfindung geht aus von einer Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Elektromotors an einem Gleichspannungsnetz, insbesondere zum Betreiben eines permanentmagnetisch erregten Gleichstrommotors am Gleichspannungsnetz eines Kraftfahrzeuges, wie sie aus der DE 101 17 252 A bekannt geworden ist. Diese Druckschrift zeigt einen elektronisch kommutierten zweiphasigen Elektromotor mit einem durch Dauermagnete erregten Rotor und zwei wechselweise durch eine Steuerelektronik über Leistungsschalter bestromten Wicklungen im Stator, wobei zur Regelung des Elektromotors von der Steuerelektronik einzelne Bestromungsperioden je Zeiteinheit unterdrückt werden. Die Drehzahl des Motors wird durch die Steuerelektronik aus dem Vergleich zwischen einer Istdrehzahl und einer Solldrehzahl vorgegeben, wobei die Druckschrift keine Angaben über die Bestimmung der Istdrehzahl macht. Die Verwendung von Hall-Gebern ist hierzu jedoch grundsätzlich bekannt.

Weiterhin sind auch für die Verwendung in Kraftfahrzeugen Elektromotoren mit elektronischer Kommutierung bekannt, welche einen mit Permanentmagneten bestückten Rotor und eine die Wicklungen tragenden Stator aufweisen. Im Kraftfahrzeug liegen die Einsatzgebiete derartiger Motoren insbesondere im Bereich der Lüftung, der Pumpen und der Verstellantriebe. Hierbei bestimmen der eingespeiste Strom und die Größe des Lastmomentes die Drehzahl, die Drehbewegung ergibt sich durch die auf Grund der Rotorstellung gesteuerte abwechselnde Bestromung der Statorwicklungen aus einem Gleichspannungsnetz. Die

Steuerelektronik wird dabei in der Regel von einem Mikrocontroller (μ C) oder einem digitalen Signalprozessor (DSP) gebildet, wobei die Kommutierung durch einen Drehstellungsgeber gesteuert wird, dessen exakte Positionierung für die Einhaltung des Kommutierungszeitpunktes des Motors im Betrieb wesentlich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Einstellung des Kommutierungszeitpunktes ohne mechanische Justierung, dass heißt ohne eine Veränderung der Position des Drehstellungsgebers unter Berücksichtigung vorhandener Toleranzen des einzelnen Motors zu ermöglichen. Dies wird erreicht durch die kennzeichnenden Merkmale der übergeordneten Schaltungs- beziehungsweise Verfahrensansprüche, welche es ermöglichen, die Gesamt-Toleranzen von mechanischen, magnetischen und elektronischen Komponenten nach dem Zusammenbau des Motors auszugleichen und damit den Wirkungsgrad des Motors zu optimieren. Beispielsweise bei einem Pumpenmotor bedeutet diese Optimierung die Einstellung der höchstmöglichen Förderleistung des Motors bei gegebenem Antriebsmoment.

Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die elektronische Kommutierungssteuerung von einem Mikrocontroller mit einer Zeitverzögerung der Ausgangssignale gebildet wird, welche man vorzugsweise durch Wartezyklen des Mikrocontrollers nach Erkennung des Signalwechsels eines Drehstellungsgebers erreicht. Zweckmäßigerweise erfolgt hierbei die Bestromung der Ankerwicklungsstränge über elektronische Leistungsendstufen wie zum Beispiel MOSFETs, welchen die verzögerten Ausgangssignale des Mikrocontrollers als Steuersignale zugeführt werden. Die Verzögerungskorrektur erfolgt vorzugsweise drehzahlabhängig, um entsprechend der jeweiligen Drehzahl den optimalen Kommutierungszeitpunkt einzuhalten. Als Drehstellungsgeber eignen sich insbesondere bipolare Hall-ICs, welche aufgrund ihrer geringen Baugröße und ihrer Unempfindlichkeit gegenüber erhöhten Temperaturen für den Einbau in Elektromotoren,

insbesondere für den Einbau der in Kraftfahrzeugen verwendeten Elektromotoren besonders geeignet sind.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung und das erfindungsgemäße Verfahren sind wegen ihrer einfachen und preiswerten Gestaltung besonders vorteilhaft einsetzbar bei in großen Stückzahlen verwendeten Elektromotoren, insbesondere bei den in Kraftfahrzeugen häufig benutzten Elektromotoren mit zwei gegensinnig gewickelten Ankersträngen, welche über zwei elektronische Schalter abwechselnd bestromt werden. Hierbei ist die elektronische Kommutierungskorrektur des bei der Montage auf einen frühen Kommutierungszeitpunkt eingestellten Signals des Drehstellungsgebers in besonders einfacher Weise möglich, indem die korrekte Einstellung für den einzelnen Motor einmalig durch eine äußere Messeinrichtung ermittelt und in einem permanenten Speicher eines als Kommutierungssteuerung verwendeten Mikrocontrollers oder in einem externen Speicher abgespeichert wird. Wenn die Kommutierungssteuerung zusätzlich die jeweilige Drehzahl des Motors, ermittelt beispielsweise aus dem Abstand der Signalfanken des Drehstellungsgebers, erhält, so kann die Ansteuerung der Ankerstränge des Motors zusätzlich zeitlich variabel verzögert erfolgen.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung des Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Die Zeichnungen zeigt eine Prinzipdarstellung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung.

In der Figur ist mit 10 ein permanentmagnetisch erregter, elektrisch zweisträngiger Gleichstrommotor bezeichnet, welcher magnetisch einphasig ausgebildet und beispielsweise als Klauenpol-Motor gestaltet ist. Im Stator 12 sitzen dabei zwei gegensinnig gewickelte Spulen 14, 16 auf einem Magnetkern 18. Ein mit 20 bezeichneter, zweipolig oder mit einer Polzahl

entsprechend einem ganzzahligen Vielfachen von zwei ausgebildeter Rotor 20 des Motors 10 ist als Innenläufer gestaltet. Eine Ausführung eines derartigen Gleichstrommotors 10 hat je Spule eine Induktivität von 5-6 mH und einen Widerstand von 1-3 Ohm.

Der Motor 10 ist über zwei elektronische Schalter 22, 24 an ein Gleichspannungsnetz mit einem Pluspol 26 und einem Massepol 28 angeschlossen. Als Schalter 22, 24 dienen vorzugsweise MOSFETs. Die Schalter werden über eine elektronische Kommutierungssteuerung angesteuert mit einem Mikrocontroller 30, der zwei Zeitverzögerungsglieder T1, T2 aufweist, welche die Ansteuersignale an die Schalter 22, 24 verzögert abgeben. Als Drehstellungsgeber dient ein bipolarer Hall-IC 32, welcher an die Gleichspannungsquelle 26, 28 angeschlossen ist und die Information über die Position des Rotors 20 entsprechend der Durchflutungsrichtung N/S oder S/N an den Mikrocontroller 30 liefert. Dieser enthält weiterhin einen permanenten, nicht flüchtigen Speicher T, welcher als Langzeitspeicher für den von einer äußeren Messeinrichtung 34 für den einzelnen Motor unter Einbeziehung aller Toleranzen gemessenen optimalen Kommutierungszeitpunkt dient. Der in dem Festwertspeicher T gespeicherte Wert bestimmt die Korrektur des bei der Montage auf einen vorzeitigen Kommutierungszeitpunkt justierten Drehzahlgebers 30. Anstelle des internen Speichers T des Mikrocontrollers kann jedoch auch ein externer Speicher verwendet werden.

Die dargestellte Schaltungsanordnung arbeitet folgendermaßen:

Wie zuvor bereits erwähnt wird beim Zusammenbau des Motors 10 der als Drehstellungsgeber verwendete Hall-IC 32 so am Stator 12 des Motors 10 befestigt und justiert, dass er einen vorzeitigen, durch die Stellung des Rotors 20 bestimmten Kommutierungszeitpunkt signalisiert entsprechend der durch das veränderliche Magnetfeld des Rotors ausgelösten Signalflanke des

Hall-IC's 32. Das Maß der Verzögerung zwischen der Signalflanke des Hall-IC's 32 und der Signalausgabe des Mikrocontrollers 30 über die Zeitglieder T1, T2 wird durch die einmalig an jeden Motor angeschlossene Messeinrichtung 34 ermittelt und als Verzögerungswert in dem Festwertspeicher T abgelegt. Dieser ist vorzugsweise als FLASH, als EPROM oder als EEPROM ausgebildet, so dass grundsätzlich auch eine spätere Korrektur des Verzögerungswertes, beispielsweise durch im Betrieb aufgetretene Toleranzänderungen, möglich ist.

Durch die Stellung des Rotors 20 ist die jeweils zu bestromende Spule 14, 16 bestimmt, wobei in dem dargestellten, magnetisch einphasigen Motor jeweils nur eine Spule bestromt wird. So erhält beispielsweise beim Eingang eines Signals des Hall-IC' 32 nur die linke Motorspule 14 Strom. Der der rechten Motorspule 16 zugeordnete Schalter 24 bleibt geöffnet, bis eine wechselnde Flanke des Signals des Hall-IC's 32 entsprechend einem Wechsel der Flussrichtung des Rotors 20 an den Mikrocontroller 30 gelangt. In diesem Zeitpunkt wird die linke Spule 14 über den linken Schalter 22 abgeschaltet und die rechte Spule 16 verzögert bestromt. Diese Verzögerung ist vorzugsweise variabel entsprechend der Drehzahl des Rotors 20, da sich mit veränderlicher Drehzahl auch der ideale Kommutierungszeitpunkt des Motors ändert. Die Drehgeschwindigkeit des Rotors 20 wird aus dem Zeitintervall zwischen zwei Signalflankenwechseln des Hall-IC's 32 bestimmt, welche einer Feldrichtungsänderung des Rotors 20 entsprechen. Die Messeinrichtung 34 ist nicht Teil des einzelnen Motors 10 sondern sie gehört zu den Fertigungseinrichtungen für den Zusammenbau der Motoren.

Im Betrieb erhält der Mikrocontroller 30 zusätzlich zu dem Eingangssignal des Hall-IC 32 über einen weiteren Steuereingang 36 ein Signal für die Solldrehzahl des Motors 10, welches mit dem Istsignal des Hall-IC 32 verglichen wird und die elektronischen Schalter 22, 24 leitend schaltet.

Kern der Erfindung ist somit die Verzögerung des Kommutierungszeitpunktes durch Wartezyklen innerhalb des Mikrocontrollers 30 nach Erkennen eines von dem Hall-IC 32 gelieferten Signalwechsels. Die Verzögerungszeit wird einmalig mit Hilfe der Messeinrichtung 34 unter Berücksichtigung der grundsätzlich gleich bleibenden Gesamttoleranzen von mechanischen, magnetischen und elektronischen Komponenten nach dem Zusammenbau des Motors programmiert um eine Optimierung des Wirkungsgrades des Motors, beispielsweise die Optimierung der Förderleistung eines Pumpenmotors zu erreichen. Die Anwendung der Erfindung ist jedoch nicht auf einen derartigen Motor begrenzt, vielmehr ist sie auch für andere elektronisch kommutierte Motoren, insbesondere für andere bürstenlose Gleichstrommotoren, in gleicher Weise anwendbar, und zwar vorzugsweise dann, wenn deren Kommutierungserkennung mittels eines Hall-IC erfolgt.

02.12.2002 Rs/rs

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

Ansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Elektromotors an einer Gleichspannungsquelle, insbesondere zum Betreiben eines permanentmagnetisch erregten Gleichstrommotors am Gleichspannungsnetz eines Kraftfahrzeuges, mit einem Drehstellungsgeber zur Erfassung der Drehstellung des Rotors und mit einer elektronischen Kommutierungssteuerung zum Umschalten des Stromes in der Ankerwicklung des Stators in Abhängigkeit von der Stellung des Rotors, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehstellungsgeber (32) in Bezug zum Stator (12) im Sinne einer frühen Kommutierung positioniert ist und dass der tatsächliche Kommutierungszeitpunkt durch eine messtechnisch für den Motor ermittelte Verzögerungskorrektur in der elektronischen Kommutierungssteuerung (30) einstellbar ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Kommutierungssteuerung einen digitalen Signalprozessor oder einen Mikrocontroller (30) mit einer Zeitverzögerungsanordnung (T, T1, T2) aufweist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitverzögerungsanordnung Zeitglieder (T1, T2) enthält, welche die Leistungsendstufen (22, 24) der Ankerwicklungsstränge (14, 16) steuern.

4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Drehstellungsgeber ein bipolarer Hall-IC (32) vorgesehen ist.

5. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Maß der Verzögerung zwischen dem Signal des Drehstellungsgebers (32) und der Signalausgabe der Kommutierungssteuerung (30) durch eine Messeinrichtung (34) ermittelt und in einem permanenten Speicher (T) der Kommutierungssteuerung (30) abgespeichert wird.

6. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankerwicklung des Motors (10) zwei gegensinnig gewickelte Spulen (14, 16) aufweist, welche über zwei elektronische Schalter (22, 24) abwechselnd und zeitlich variabel verzögert durch die Kommutierungssteuerung (30) mit der Gleichspannungsquelle (26, 28) verbindbar sind.

7. Verfahren zum Betreiben eines Elektromotors an einer Gleichspannungsquelle, insbesondere zum Betreiben eines permanentmagnetisch erregten Gleichstrommotors am Gleichspannungsnetz eines Kraftfahrzeuges, mit einem Drehstellungsgeber zur Erfassung der Drehstellung des Rotors und mit einer elektronischen Kommutierungssteuerung zum Umschalten des Stromes in der Ankerwicklung des Stators in Abhängigkeit von der Stellung des Rotors, dadurch gekennzeichnet, dass durch die mechanische Positionierung des Drehstellungsgebers (32) ein früher Kommutierungszeitpunkt eingestellt wird, welcher danach durch eine messtechnische, für jeden Motor (10) ermittelte Korrektur in der elektronischen Kommutierungssteuerung (30) auf den unter Berücksichtigung von mechanischen, magnetischen und/oder elektrischen Toleranzen optimalen Kommutierungszeitpunkt des Motors (10) verzögert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerung der Ausgangssignale der elektronischen Kommutierungssteuerung (30) drehzahlabhängig erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Signale für den Kommutierungszeitpunkt von einem

Drehstellungsgeber (32) an eine Kommutierungssteuerung (30) geliefert, von dieser gespeichert und durch von einer externen Messeinrichtung (34) bestimmte Wartezyklen nach Erkennung der Signalwechsel des Drehstellungsgebers (32) verzögert werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwei gegensinnig gewickelte Ankerstränge (14, 16) des Motors (10) über zwei elektronische Schalter (22, 24) abwechselnd und zeitlich variabel verzögert bestromt werden

02.12.02 Rs/rs

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

Schaltungsanordnung und Verfahren zum Betreiben eines
Elektromotors an einem Gleichspannungsnetz

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung und ein Verfahren zum Betreiben eines Elektromotors an einer Gleichspannungsquelle, insbesondere zum Betreiben eines permanentmagnetisch erregten Gleichstrommotors am Gleichspannungsnetz eines Kraftfahrzeuges, welche einen Drehstellungsgeber (32) zur Erfassung der Drehstellung des Rotors (20) und eine elektronische Kommutierungssteuerung (32) zum Umschalten des Stromes in der Ankerwicklung des Stators (12) in Abhängigkeit von der Stellung des Rotors (20) aufweisen. Hierbei wird vorgeschlagen, dass der Drehstellungsgeber (32) in Bezug zum Stator (12) im Sinne einer vorzeitigen Kommutierung positioniert wird und der tatsächliche Kommutierungszeitpunkt durch eine messtechnisch für den jeweiligen Motor (10) getrennt ermittelte Verzögerungskorrektur in der elektronischen Kommutierungssteuerung (30) einstellbar ist.

